

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-005745

(43)Date of publication of application : 10.01.1990

(51)Int.Cl.

F02D 45/00

F02D 41/18

F02D 41/34

F02D 45/00

(21)Application number : 63-157686

(71)Applicant : FUJI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 24.06.1988

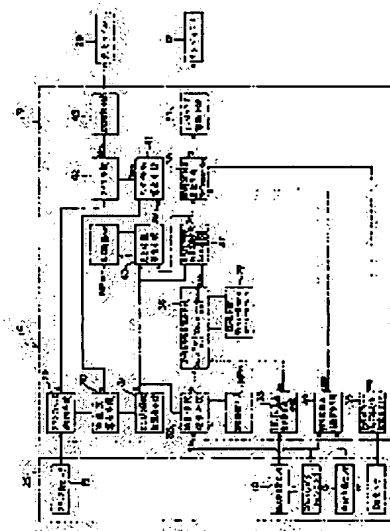
(72)Inventor : AKIMOTO AKIRA

## (54) DEVICE FOR METHOD FOR CALCULATING INTAKE AIR QUANTITY OF ENGINE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To calculate a true intake air quantity accurately in a short time with a simple structure by retrieving a load coefficient in a map according to engine speed and throttle opening, obtaining the ratio thereof to the previous value, and calculating this-time actual intake air quantity therefrom.

CONSTITUTION: In a control circuit 19, a retrieving means 32 obtains a load coefficient by retrieving a map according to engine speed and throttle opening by means of sensors 15, 11, and the ratio thereof to the previous load coefficient is multiplied by the previous actual intake air quantity which is measured by a sensor 10 and stored by a memory means 22, by a calculating means 36. Then, the value obtained by dividing a throttle-passing air quantity which is calculated this time by a calculating means 33 by the load coefficient which is retrieved this time is added to the multiplied value, to calculate the actual intake air quantity at this time. Thereby, a true intake air quantity can be accurately calculated in a short time even with respect to the change in engine speed or throttle opening in all operation zones without need for using a large capacity microcomputer, etc.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-5745

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

F 02 D 45/00  
41/18  
41/34  
45/00

識別記号

3 6 6 F  
G  
V  
3 5 8 H

庁内整理番号

8109-3G  
7825-3G  
7825-3G  
8109-3G

⑭ 公開 平成2年(1990)1月10日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全14頁)

⑮ 発明の名称 エンジンの吸入空気量算出装置および吸入空気量算出方法

⑯ 特 願 昭63-157686

⑰ 出 願 昭63(1988)6月24日

⑱ 発 明 者 秋 本 晃 東京都新宿区西新宿1丁目7番2号 富士重工業株式会社  
内

⑲ 出 願 人 富士重工業株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目7番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 伊 藤 進

明 細 書

1. 発明の名称

エンジンの吸入空気量算出装置および吸入空気量算出方法

2. 特許請求の範囲

(1) クランク角センサの出力信号からエンジン回転数を算出するエンジン回転数算出手段と、吸入空気量センサの出力信号からスロットル通過空気量を算出するスロットル通過空気量算出手段と、

上記エンジン回転数算出手段で算出したエンジン回転数とスロットルポジションセンサで検出したスロットル開度とをパラメータとして加重係数マップに記憶されている加重係数を検索する加重係数検索手段と、

この加重係数検索手段で検索した前回の加重係数と今回の加重係数との比に前回算出した実吸入空気量を乗算し、その値に、上記スロットル通過空気量算出手段で算出した今回のスロットル通過空気量に上記加重係数検索手段で検索した今回の加

重係数を除算した値を加算して今回の実吸入空気量を算出する実吸入空気量算出手段とが設けられていることを特徴とするエンジンの吸入空気量算出装置。

(2) クランク角センサの出力信号からエンジン回転数を算出し、

また吸入空気量センサの出力信号からスロットル通過空気量を算出し、

さらに上記エンジン回転数とスロットルポジションセンサで検出したスロットル開度とをパラメータとして加重係数マップに記憶されている加重係数を検索し、

その後、前回検索した上記加重係数と今回検索した上記加重係数との比に前回算出した実吸入空気量を乗算し、その値に、今回算出した上記スロットル通過空気量に今回検索した上記加重係数を除算した値を加算して今回の実吸入空気量を算出することを特徴とするエンジンの吸入空気量算出方法。

(3) 実吸入空気量は

$$Q(tn) = \frac{\alpha(tn-1)-1}{\alpha(tn)} Q(tn-1) + \frac{1}{\alpha(tn)} Qs(tn)$$

ここで、(tn)は今回の時刻、(tn-1)は前回の時刻、Qは実吸入空気量、Qsはスロットル通過空気量、αは加重係数から算出することと特徴とする前記請求項2記載のエンジンの吸入空気量算出方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### [産業上の利用分野]

本発明は吸入空気量センサで計測された吸入空気量からエンジンが実際に吸い込む実吸入空気量に合う実吸入空気量を算出するエンジンの吸入空気量算出装置および吸入空気量算出方法に関する。

#### [従来の技術]

従来、吸入空気量計測には高い精度が要求されるため、ジェトロニックの自動車用エンジンでは、自動車用エンジンの吸入管におけるスロットルバルブ上流に応答性の高いホットフィルム式エアフローメータあるいはホットワイヤ式エアフローメ

ータなどの吸入空気量センサを設けている。

この種の吸入空気量センサは応答性が良いため、エンジンの吸気脈動の影響により定常運転域においてもその出力は、第7図に一点鎖線で示すように脈動している。このため、従来では吸入空気量センサの出力Qsを一義的に平均処理して吸入空気量Qs'を求めている。

また、燃料噴射制御においては、上記吸入空気量Qs'とエンジン回転数Nとから基本燃料噴射量Tpを下式から求める。

$$Tp = K \cdot Qs' / N \quad (K: \text{定数})$$

そして、この基本燃料噴射量Tpを水温補正、加速補正、フィードバック補正などの各種補正係数により補正して、実際の燃料噴射量Tiを求め、これにより燃料噴射制御を行い、空燃比のリッチ化あるいはリーン化を抑制するようにしている。

また、点火時期制御に際しては、上記吸入空気量Qs'に基づいて求めた基本燃料噴射量Tpをエンジン負荷としてとらえ、この基本燃料噴射量Tpと、エンジン回転数Nとをパラメータとして点

火時期マップの領域を特定し、この領域に格納されている点火時期を上述のような各種補正係数で補正して実際の点火時期を決定するものが知られている。

ところで、過渡時などにおいて、上記スロットルバルブが急開されると、その直後の上記吸入空気量センサで計測される吸入空気量Qsは、気筒に供給される吸入空気量と、スロットルバルブ下流側のエアチャンバ、インテークマニホールド内の圧力変動分に要する吸入空気量とが加算された流量、すなわち、スロットルバルブを通過した空気流量が計測されてしまうため、実際に気筒に吸入される空気量はそれよりもある遅れを有している。

また、MPI(マルチポイントインジェクション)では、インジェクタがインテークマニホールド下流にあり、燃料噴射時期は吸気行程前に設定されているものが一般的であるため、吸入空気量センサの出力を一義的に平均処理して求めた吸入空気量Qs'に基づいて燃料噴射量を設定した場合、

スロットルバルブ急開直後の空燃比は瞬間的にリーン化し、次いで、上記吸入空気量センサで計測された過大な吸入空気量(いわゆる、オーバーシュート)に基づいた燃料噴射量が設定されるので、空燃比が急激にリッチ化してしまう。その結果、排気ガス中のHC、COが増加し、排気エミッションの悪化を招くとともに、空燃比のオーバーリーン、オーバーリッチによって一時的にエンジンの出力の低下をきたし、運転フィーリングが悪化する。一方、スロットルバルブが開状態から閉状態に変化する減速時などでも、同様に空燃比のリッチ化やリーン化が生じ、失火による排気エミッションの悪化を招く問題がある。

また、上記吸入空気量センサの出力を一義的に平均処理して算出した吸入空気量Qs'に基づいて求めた基本燃料噴射量Tpを制御パラメータとして点火時期制御に用いた場合には、過渡時の点火時期が適正に制御できなくなりエンジン出力低下、排気エミッションの悪化をもたらすことになる。

例えば、特開昭58-3239号公報、特開昭

59-200032号公報では、基本燃料噴射量 $T_p$ に前回算出した燃料噴射量の影響を与えて今回の加重平均値(基本燃料噴射量 $T_p$ に代るもの)を求めることにより吸入空気量センサのオーバーシュートを修正するようにしている。

しかし、この先行技術では基本燃料噴射量 $T_p$ などの演算周期 $\Delta t$ が所定クランク角ごと、すなわち、エンジン回転数 $N$ に依存してセットされているので、低回転域では演算周期が長くなり、吸入空気量センサで検出した吸入空気量 $Q_s$ に対する燃料噴射量 $T_i$ の誤差が大きくなる。

また、演算周期 $\Delta t$ が長いと吸入空気量 $Q_s$ の検出による過渡時のトリガ信号検出に際してもシグナルノイズを入力しやすくなり過渡応答に誤りが生じ易い。

その結果、エンジン低回転時における運転性能、あるいは、排気エミッションの悪化を招く不都合がある。

一方、上記演算周期 $\Delta t$ を低回転域にマッチングさせれば高回転域の燃料噴射時間間隔が過度に

短縮されてしまい、噴射弁開閉の制御不能により、燃料噴射量精度の低下を招き、過渡応答時の割込み噴射などが不可能になり運転性能、排気エミッションの悪化を招く不都合が生じる。

その対策として、例えば、特開昭61-201857号公報には、演算周期 $\Delta t$ を時間依存(時間同期)させることにより、低回転域で生じる不都合を解消する技術が開示されている。

すなわち、この先行技術では、燃焼室に吸入される実吸入空気量 $Q$ は吸入空気量センサで計測する吸入空気量 $Q_s$ に対し一次遅れ系であると仮定し、加重平均を用いて上記実吸入空気量 $Q$ を算出することで時間同期を可能としたもので、今回の実吸入空気量(吸入空気量加重平均値)を $Q(tn)$ とした場合、この実吸入空気量 $Q(tn)$ を下式から求めている。

$$Q(tn) = (1 - \alpha) Q(tn-1) + \alpha Q_s \quad \dots (1)$$

$Q(tn-1)$ : 前回の実吸入空気量

$\alpha$ : 加重係数

また、上記加重係数 $\alpha$ は、

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{\Delta t}{\tau + \Delta t} \\ &= \frac{1}{\frac{\tau}{\Delta t} + 1} \end{aligned} \quad \dots (2)$$

$\Delta t$ : 演算周期

$\tau$ : 時定数

で求められ、この時定数 $\tau$ は、

$$\tau = \frac{VC}{a \times V_{II} \times N \times R \times T} \quad \dots (3)$$

$a$ : 定数

$VC$ : チャンバ内容積

$V_{II}$ : エンジンの総排気量

$N$ : エンジン回転数

$R$ : ガス定数

$T$ : 絶対温度

で求められる。

[発明が解決しようとする課題]

しかし、上記先行技術では、(2)、(3)式から明らかなように、(1)式に示された加重係数 $\alpha$ は

今回のエンジン回転数 $N$ に伴う時定数 $\tau$ のみしか考慮されていないため、第8図に示すように、スロットル急開直後のエンジン回転数が上昇しない期間( $t_0 \sim t_1$ )では図の実線で示す真の吸入空気量(モデルによって求めた燃焼室へ吸入される実際の吸入空気量)に比べて、すなわち、スロットル開度変化に沿って上記実吸入空気量 $Q$ は変化するが、その後のエンジン回転数の上昇に対しては、このエンジン回転数上昇に伴う吸入空気量の増加に対し図の二点鎖線で示すように一次遅れが生じてしまい真の吸入空気量との間にハッチングで示す量的誤差が生じる。

その結果、例えばレーシング時(無負荷状態でのエンジン回転数急上昇)、あるいは、1速からの発進時など、エンジン回転数が急激に上昇する場合には一時的に空燃比のオーバーリッチとなる。また、高回転から変速すべくクラッチを切ってスロットルバルブを戻すと、エンジン回転数が急激に低下するため瞬間的に空燃比のオーバーリッチが発生し排気エミッションの悪化、エンジンストー

ルなどを招くおそれがある。

さらに、低回転域における時定数 $\tau$ は、吸気バルブと排気バルブとのオーバーラップ時の吸気の吹き返し、スロットルバルブ開度などの影響を受けて変動するが、上記先行技術に示された時定数 $\tau$ には上記吹き返しなどの影響が考慮されておらず、この時定数 $\tau$ に基づいて算出された低回転域の実吸入空気量 $Q$ には誤差が生じやすい。

また、加重係数 $\alpha$ を時定数 $\tau$ の関数として計算により求めているため、その分、演算に時間がかかり、とくに高回転域では1サイクルあたりの周期が短くなり、実吸入空気量 $Q$ や燃料噴射量 $T_i$ などの演算時間が足りなくなり適正な制御が困難になる問題がある。容量の大きいコンピュータを用いれば演算時間を短縮できるが製品のコストアップを招く不具合がある。

#### 〔発明の目的〕

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、容量の大きなマイクロコンピュータなどを用いることなく低コストで、定常回転域はもちろん低回転

域、高回転域など全ての運転領域でのスロットル開度変化、エンジン回転数変化に伴うモデルによって求めた真の吸入空気量に対応した理論式による実吸入空気量を短時間で且つ正確に算出することができ、しかも、過渡時における空燃比のリッチ化、リーン化が抑制できるばかりでなく、最適点火時期を設定することができて、運転性能、および、出力性能の向上、排気エミッションの改善を図ることのできるエンジンの吸入空気量算出装置およびその吸入空気量算出方法を提供することを目的としている。

〔課題を解決するための手段および作用〕

(1) 本発明によるエンジンの吸入空気量算出装置は、クランク角センサの出力信号からエンジン回転数を算出するエンジン回転数算出手段と、吸入空気量センサの出力信号からスロットル通過空気量を算出するスロットル通過空気量算出手段と、上記エンジン回転数算出手段で算出したエンジン回転数とスロットルポジションセンサで検出したスロットル開度とをパラメータとして加重係数 $\alpha$

マップに記憶されている加重係数を検索する加重係数検索手段と、この加重係数検索手段で検索した前回の加重係数と今回の加重係数との比に前回算出した実吸入空気量を乗算し、その値に、上記スロットル通過空気量算出手段で算出した今回のスロットル通過空気量に上記加重係数検索手段で検索した今回の加重係数を除算した値を加算して今回の実吸入空気量を算出する実吸入空気量算出手段とが設けられているものである。

(2) 本発明によるエンジンの吸入空気量算出方法は、クランク角センサの出力信号からエンジン回転数を算出し、また吸入空気量センサの出力信号からスロットル通過空気量を算出し、さらに上記エンジン回転数とスロットルポジションセンサで検出したスロットル開度とをパラメータとして加重係数マップに記憶されている加重係数を検索し、その後、前回検索した上記加重係数と今回検索した上記加重係数との比に前回算出した実吸入空気量を乗算し、その値に、今回算出した上記スロットル通過空気量に今回検索した上記加重係数

を除算した値を加算して今回の実吸入空気量を算出するもので、望ましくは以下の式によって実吸入空気量を算出する。

$$Q(tn) = \frac{\alpha(tn-1)-1}{\alpha(tn)} Q(tn-1) + \frac{1}{\alpha(tn)} Qs(tn)$$

ここで、 $(tn)$ は今回の時刻、 $(tn-1)$ は前回の時刻、 $Q$ は実吸入空気量、 $Qs$ はスロットル通過空気量、 $\alpha$ は加重係数である。

〔発明の実施例〕

以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

図面は本発明の一実施例を示し、第1図はエンジン制御系の概略図、第2図は制御装置の機能ブロック図、第3図は燃料噴射量の算出手順を示すフローチャート、第4図はクランクプレートの正面図、第5図は点火時刻の算出手順を示すフローチャート、第6図は吸気状態を示す概念図、第7図は吸入空気量を示す特性図、第8図はスロットル開度変化に伴うエンジン回転数および吸入空気量の変化特性図である。

(構成)

図中の符号1はエンジン本体で、図においては水平対向4気筒型エンジンを示す。また、このエンジン本体1のシリンダヘッド2に形成された吸気ポート2a、排気ポート2bにインテークマニホルド3、エキゾーストマニホルド4が各々連設されており、さらに、上記シリンダヘッド2には、その燃火部を燃焼室1aに露呈する点火プラグ5が装着されている。

また、上記インテークマニホルド3の上流側にエアチャンバ6を介してスロットルチャンバ7が連通され、このスロットルチャンバ7の上流側に吸入管8を介してエアクリーナ9に連通されている。

なお、スロットルバルブ7aの下流側から吸気バルブまでの間のスロットルチャンバ7、エアチャンバ6、インテークマニホルド3、および、吸気バルブ上流側の吸気ポート2aでチャンバAが構成されている。

さらに、上記吸入管8の上記エアクリーナ9の

な位置に配設されている。

例えば、図においては、上記突起14bのセツト角 $\theta 1$ が $BTDC10^\circ$ で、また、基準クランク角を示す突起14aの開き角 $\theta 2$ が上記突起14bから $110^\circ$ で、さらに、この突起14aと他の突起14bとの間の開き角 $\theta 3$ が $70^\circ$ に設定されている。

上記クランク角センサ15では、上記クランクロータ14の各突起14a、14bがクランク角センサ15のヘッドを通過する際の磁束変化により生じる交流電圧を取り出して各気筒ごとの基準クランク角を検出するための基準クランク角(G)信号、および、エンジン回転数と角速度を検出するための回転角(Ne)信号を出力する。

さらに、上記エキゾーストマニホルド4に連通する排気管16にO<sub>2</sub>センサ17が臨まされている。なお、符号18は触媒コンバータである。

(制御手段の回路構成)

一方、符号19は制御手段で、この制御手段19のCPU(中央演算処理装置)20、ROM2

直下流に吸入空気量センサ(図においては、ホットワイヤ式エアフローメータ)10が介装され、また、上記スロットルチャンバ7に設けられたスロットルバルブ7aにスロットルポジションセンサ11が連設されている。

また、上記インテークマニホルド3の各気筒の燃焼室1aに連通する各吸入ポート2aの直上流側に、インジェクタ12が配設されている。さらに、このインテークマニホルド3に形成された冷却水通路(図示せず)に冷却水温センサ13が臨まされている。

また、上記エンジン本体1のクランクシャフト1bにクランクロータ14が固設されており、このクランクロータ14の外周に電磁ピックアップなどで構成されたクランク角センサ15が対設されている。

第4図に示すように、上記クランクロータ14の外周には各気筒(#1、#2と#3、#4)の基準クランク角を示す突起14aと、角速度を算出する際の基準点となる突起14bとが各々対称

1、RAM22、および、I/Oインターフェース23がバスライン24を介して互いに接続されており、このI/Oインターフェース23の入力ポートに上記各センサ10、11、13、15、17で構成された運転状態パラメータ検出手段25が接続され、また、このI/Oインターフェース23の出力ポートに、駆動回路26を介して上記インジェクタ12が接続されているとともに、上記点火プラグ5がディストリビュータ27、点火コイル28を介して接続されている。

上記ROM21には制御プログラム、加算係数マップMP $\alpha$ 、点火時期マップMPIGなどの固定データが記憶されており、また、上記RAM22にはデータ処理した後の上記運転状態パラメータ検出手段25の各センサの出力信号が格納されている。また、上記CPU20では上記ROM21に記憶されている制御プログラムに従い、上記RAM22に記憶されている各種データに基づき燃料噴射量および点火時期を演算する。

(制御手段の機能構成)

第2図に示すように上記制御手段19は、クランクパルス判別手段29、角速度算出手段30、エンジン回転数算出手段31、加重係数検索手段32、加重係数マップMP $\alpha$ 、スロットル通過空気量算出手段33、空燃比補正係数算出手段34、空燃比フィードバック補正係数設定手段35、実吸入空気量算出手段36、燃料噴射量算出手段37、燃料噴射量算出手段38、インジェクタ駆動手段39、点火時期検索手段40、点火時期マップMP $\phi$ 、点火時刻算出手段41、タイマ手段42、点火駆動手段43で構成されている。

クランクパルス判別手段29では、クランク角センサ15の出力信号が、クランクプレート14の突起14aを検出したG信号か突起14bを検出したNe信号かを判別する。

すなわち、まず、上記クランク角センサ15から最初に入力される信号を基準として次に入力される信号までの時間(T1)を計測し、次いで、この信号を基準としてその次に入力される信号までの時間(T2)を計測する。

スロットル通過空気量算出手段33では、吸入空気計センサ10の出力波形からスロットルバルブ7a、および、図示しないISC V(アイドルスピードコントロールバルブ)のバイパス通路を通過する吸入空気量Qsを算出する。

空燃比補正係数算出手段34では、冷却水温センサ13、スロットルポジションセンサ11の出力信号から水温補正、加速補正に係る空燃比補正係数COEFを算出する。

空燃比フィードバック補正係数設定手段35では、O<sub>2</sub>センサ17の出力波形からフィードバック補正に係る空燃比フィードバック補正係数KFBを設定する。

一方、加重係数算出手段32では、上記エンジン回転数算出手段31で算出したエンジン回転数Nとスロットルポジションセンサ11で検出されたスロットル開度 $\theta_{TH}$ とをパラメータとして、ROM21に格納されている加重係数マップMP $\alpha$ から加重係数 $\alpha$ を検索する。この加重係数マップMP $\alpha$ のエンジン回転数Nとスロットル開度 $\theta_{TH}$

そして、上記両時間を比較しT2 < T1 場合、次に入力される信号はクランクロータ14の突起14aを検出するG信号(基準クランク角を検出する信号)であることが予測できる。

一方、T2 > T1 場合、次に入力される信号はクランクロータ14の突起14bを検出するNe信号(回転角を計測する際の基準信号)であることが予測できる。そして、上記G信号が検出された場合、上記タイマ手段42ヘトリガ信号を出力する。

角速度算出手段30では、上記クランクパルス判別手段29で判別したNe信号を検出したときから、次のG信号を検出するまでの時刻T $\theta$ を求め、予めROM21に記憶されている上記クランクロータの突起14b、14a間の角度 $\theta_2$ のデータからクランクシャフト1bの角速度 $\omega$ を求める。

エンジン回転数算出手段31では、上記角速度算出手段30で算出した角速度 $\omega$ からエンジン回転数Nを算出する。

とで特定される領域には予め実験などから求めた加重係数 $\alpha$ が格納されている。

ところで、上記加重係数 $\alpha$ は計算によっても求めることができるが、マップ化することにより演算時間の短縮化を図ることができる。また、加重係数 $\alpha$ をエンジン回転数Nとスロットル開度 $\theta_{TH}$ とをパラメータとして検索しているのも、例えば、低回転域での吸気の吹返し、および、スロットルバルブ開度変化による体積効率の変動を予め考慮しておくことができる。

なお、上記加重係数 $\alpha$ を計算で求める場合は以下の式によって行う。

上記加重係数 $\alpha$ は一次遅れ時定数 $\tau$ を時間に依存する演算周期 $\Delta t$ で微分したもの( $\alpha = \tau / \Delta t$ )である、この一次遅れ時定数 $\tau$ は、

$$\tau = \frac{2 \times VC}{N \times \eta V \times V_H} \quad \dots (4)$$

N : エンジン回転数 (rpm)

VC : スロットルバルブ下流から吸気バルブ直前までのチャンバA内

容積 ( $m^3$ )

$\eta V$  : 入口条件がスロットル下流の条件、すなわち、チャンバA内圧力 ( $Kg/ml$ )、チャンバA内温度 ( $^{\circ}K$ ) に対する体積効率

$V_{II}$  : 総排気量 ( $m^3$ )

で求められる。このうち、 $V_C$  と  $V_{II}$  は機関ごとに一定値であり、また、 $\eta V$  は負荷による変動が微小と考えられ通常  $\eta V = \text{const}$  (一定) として扱うことができる。

したがって、上記時定数  $\tau$  は、

$$\frac{2 \times V_C}{\eta V \times V_{II}} = K_V = \text{const}$$

とすれば、エンジン回転数  $N$  の関数として

$$\tau = K_V / N \quad \dots (5)$$

で表わされ、時定数  $\tau$  がエンジン回転数  $N$  に反比例する値となる。

また、 $\Delta t$  は時間に依存する演算周期であり、エンジン回転数に影響されることなくプログラムおよびCPU20の演算能力で決まり常に一定で

込まれる実吸入空気重量  $W_{ae}$  ( $Kg$ ) は、

$$W_{ae} = Q \times \Delta t \quad \dots (7)$$

である。

一方、上記実吸入空気量  $Q$  は、上記チャンバA内の単位時間あたりの体積流量  $V_{ae}$  ( $m^3/sec$ ) と、このチャンバA内の空気比重  $\epsilon$  によって求めることができる。

$$Q = V_{ae} \times \epsilon \quad \dots (8)$$

また、この体積流量  $V_{ae}$  は、

$$V_{ae} = \frac{N \times \eta V \times V_{II}}{2} \quad \dots (9)$$

$N/2$  : 4 サイクルエンジンの

1secあたりの吸気行程数

で求めることができる。

また、空気比重  $\epsilon$  は状態方程式により、

$$\epsilon = \frac{P_C}{R_C \times T_C} \quad \dots (10)$$

$R_C$  : 空気的气体定数 ( $kgm/kg^{\circ}K$ )

$T_C$  : チャンバA内の空気温度 ( $^{\circ}K$ )

$P_C$  : チャンバA内圧力 ( $Kg/ml$ )

ある。

また、実吸入空気量算出手段36では、上記加重係数検索手段32で検索した加重係数  $\alpha$  と上記スロットル通過空気量算出手段33で算出したスロットルを通過する吸入空気量  $Q_s$  から、現時刻における燃焼室1aに吸い込まれる実際の吸入空気量、すなわち、実吸入空気量  $Q$  ( $Kg/sec$ ) を算出する。

すなわち、第6図に示すように、スロットルバルブ7a、および、図示しないISCV (アイドルスピードコントロールバルブ) のエアバイパス通路を通過する吸入空気量  $Q_s$  ( $Kg/sec$ ) は、吸入空気量センサ10で計測されるが、この吸入空気量センサ10での計測時刻と上記スロットルバルブ7aなどを通過する吸入空気の時刻とが一致すると仮定した場合、演算周期  $\Delta t$  あたりの上記チャンバAに流入する吸入空気重量  $W_{at}$  ( $Kg$ ) は、

$$W_{at} = Q_s \times \Delta t \quad \dots (6)$$

であり、一方、上記チャンバAに流入した吸入空気が各気筒の燃焼室1aへ時間周期あたりに吸い

で求めることができる。

よって、上記(8)式は、

$$Q = \frac{N \times \eta V \times V_{II}}{2} \times \frac{P_C}{R_C \times T_C} \quad \dots (11)$$

となる。

また、上記チャンバA内の空気比重  $\epsilon$  はこのチャンバA内の空気重量  $W_C$  ( $Kg$ ) と、このチャンバA内容積  $V_C$  ( $m^3$ ) との比で表されるため、上記(11)式は、

$$Q = \frac{N \times \eta V \times V_{II}}{2} \times \frac{W_C}{V_C} \quad \dots (12)$$

に変形することができる。

ところで、上記スロットル通過空気量  $Q_s$  と上記実吸入空気量  $Q$  とを上記チャンバA内の入出力関係でとらえた場合、ある時間 ( $t_n$ ) におけるチャンバA内の空気重量  $W_C$  ( $t_n$ ) は、その前回 ( $t_{n-1}$ ) におけるチャンバA内空気量  $W_C$  ( $t_{n-1}$ ) に、今回新たに流入されるスロットル通過吸入空気重量  $W_{at}(t_n)$  を加算し、そこから、燃焼室1aに吸込まれていった実吸入空気重量  $W_{ae}$  を減算するこ



とにより求めることができる。

上記燃焼室1aに吸い込まれていく実吸入空気重量 $W_{ae}$ の時刻は前回 $(t_{n-1})$ と今回 $(t_n)$ の場合が考えられるが、前回の実吸入空気重量 $W_{ae}(t_{n-1})$ を想定してチャンバ内の入出力関係を差分方程式で表わせば、

$$\begin{aligned} WC(t_n) &= WC(t_{n-1}) + W_{at}(t_n) - W_{ae}(t_{n-1}) \\ &= WC(t_{n-1}) + Q_s(t_n) \times \Delta t \\ &\quad - Q(t_{n-1}) \times \Delta t \quad \dots (13) \end{aligned}$$

となる。

また、今回の実吸入空気重量 $W_{ae}(t_n)$ を想定してチャンバA内の入出力関係を差分方程式で表わせば、

$$\begin{aligned} WC(t_n) &= WC(t_{n-1}) + W_{at}(t_n) - W_{ae}(t_n) \\ &= WC(t_{n-1}) + Q_s(t_n) \times \Delta t \\ &\quad - Q(t_n) \times \Delta t \quad \dots (13') \end{aligned}$$

となる。

ところで、時定数 $\tau$ は、前記(4)式のとおりであり、上記(11)式に(4)式を代入し、実吸入空気量 $Q$ について解くと、

また、上記(14)式、(15)式を上記(13')式に代入し、今回の時刻における実吸入空気量 $Q(t_n)$ について解けば、

$$\begin{aligned} Q(t_n) &= \frac{\frac{\tau(t_{n-1})}{\Delta t}}{\frac{\tau(t_n)}{\Delta t} + 1} Q(t_{n-1}) + \frac{1}{\frac{\tau(t_n)}{\Delta t} + 1} Q_s(t_n) \\ &= \frac{\alpha(t_{n-1})}{\alpha(t_n) + 1} Q(t_{n-1}) + \frac{1}{\alpha(t_n) + 1} Q_s(t_n) \quad \dots (16') \end{aligned}$$

となる。

上記(16)式、(16')式の $\alpha(t_{n-1})$ 、および、 $\alpha(t_n)$ は上記加重係数検索手段32で検索した前回、および今回の加重係数であり、実吸入空気量 $Q(t_n)$ はこの前回と今回の加重係数による加重平均にて求められる。

なお、上記実吸入空気量演算手段36では、従来の加重平均から実吸入空気量 $Q(t_n)$ を求める式に近い(16)式を採用している。

ところで、上記(16)式の係数

$$WC = Q \times \tau$$

となり、今回の時刻におけるチャンバ内空気重量 $WC(t_n)$ は、

$$WC(t_n) = Q(t_n) \times \tau(t_n) \quad \dots (14)$$

で、前回の時刻におけるチャンバ内空気重量 $WC(t_{n-1})$ は、

$$WC(t_{n-1}) = Q(t_{n-1}) \times \tau(t_{n-1}) \quad \dots (15)$$

となる。

この(14)式、(15)式を上記(13)式に代入し、今回の時刻における実吸入空気量 $Q(t_n)$ について解けば、

$$Q(t_n) = \frac{\frac{\tau(t_{n-1})}{\Delta t} - 1}{\frac{\tau(t_n)}{\Delta t}} Q(t_{n-1}) + \frac{1}{\frac{\tau(t_n)}{\Delta t}} Q_s(t_n)$$

ここで、 $\alpha = \tau / \Delta t$ であり、

したがって上式は、

$$Q(t_n) = \frac{\alpha(t_{n-1}) - 1}{\alpha(t_n)} Q(t_{n-1}) + \frac{1}{\alpha(t_n)} Q_s(t_n) \quad \dots (16)$$

となる。

$$\frac{\alpha(t_{n-1}) - 1}{\alpha(t_n)} \text{ と、 } \frac{1}{\alpha(t_n)}$$

との和は $\alpha(t_{n-1}) / \alpha(t_n)$ となり、一方、前記(5)式に示したように上記時定数 $\tau$  ( $\alpha = \tau / \Delta t$ )とエンジン回転数 $N$ は反比例の関係にあるため、加速時の上記係数の和は、

$$\frac{\alpha(t_{n-1})}{\alpha(t_n)} > 1$$

となり、また、減速時の係数の和は、

$$\frac{\alpha(t_{n-1})}{\alpha(t_n)} < 1$$

となり、エンジン回転数の変動に従って加重係数比(補正値)が変動するため、実吸入空気量 $Q(t_n)$ のエンジン回転数変動による追従性がよくなり、過渡時においても実吸入空気量 $Q(t_n)$ を正確に算出することができる。

なお、上記(16')式の係数の和は、

$$\frac{\alpha(t_{n-1}) + 1}{\alpha(t_n) + 1}$$

となり、1を除けば、

$$\frac{\alpha(tn-1)}{\alpha(tn)}$$

となり、上述と同様、エンジン回転数の変動に追従して加重係数比が変動する。

実験によれば、第7図、第8図に示すように、実吸入空気量算出手段36で算出した実吸入空気量 $Q$ は、モデルにより求めた燃焼室1aに吸入される真の吸入空気量と低回転域を含む全運転領域においてほぼ等しい値を示した。

また、エンジン回転数の変動に応じて補正値が変動するので、レーシング中に空燃比がリーン化することではなく、また、ハンチングにより回転数が変動し、真の吸入空気量がハンチングを起しているような場合でも、エンジン回転数に伴う補正により空燃比が変動することなく、適正な燃料噴射制御を行うことができ、また、点火時期制御においては、最適点火時期を設定することができる。

そして、上記実吸入空気量算出手段36で算出した実吸入空気量 $Q(tn)$ 、および、上記加重係数

検索手段32で算出した加重係数 $\alpha(tn)$ が記憶手段(RAM)22の所定アドレスに順次格納される。

また、基本燃料噴射量算出手段37では、上記実吸入空気量算出手段36で算出した実吸入空気量 $Q(tn)$ と、そのときの上記エンジン回転数算出手段31で算出したエンジン回転数 $N(tn)$ から基本燃料噴射量 $Tp$ を算出する。すなわち、基本燃料噴射量 $Tp$ は、

$$Tp = K \times Q(tn) / N(tn) \quad (K: \text{定数})$$

で求められる。

燃焼噴射量算出手段38では、上記基本燃料噴射量算出手段37で算出した基本燃料噴射量 $Tp$ を上記空燃比補正係数算出手段34で算出した空燃比補正係数 $COEF$ と、空燃比フィードバック補正係数設定手段35で設定した空燃比フィードバック補正係数 $KFB$ で補正して実際の燃料噴射量 $Ti$ を算出する。すなわち、この燃料噴射量 $Ti$ は、

$$Ti = Tp \times COEF \times KFB$$

で求めることができる。

そして、この燃料噴射量算出手段38で算出した燃料噴射量 $Ti$ がインジェクタ駆動手段39を介してインジェクタ12へ出力される。

点火時期検索手段40では、上記基本燃料噴射量算出手段37で算出した基本燃料噴射量 $Tp$ と上記エンジン回転数算出手段31で算出したエンジン回転数 $N$ をパラメータとして、点火時期マップ $MP1G$ の運転領域を特定し、この特定した運転領域に記憶されている点火時期(点火角度) $\theta spk$ を検索する。

点火時刻算出手段41では、上記角速度算出手段30で算出した角速度 $\omega$ と上記点火時期検索手段40で検索した点火時期 $\theta spk$ とに基づき点火時刻 $Tspk$ を、

$$Tspk = \theta spk / \omega$$

で求める。

この点火時刻 $Tspk$ は、上記クランクパルス判別手段29から出力されるG信号(クランクプレート14の基準クランク角、例えばBTDC80°を示す突起14aを検出した信号)を基準に設定され

る。

タイマ手段42では、上記クランクパルス判別手段29から出力されたG信号をトリガ信号として上記点火時刻算出手段41で算出した点火時刻 $Tspk$ の計時を開始し、点火時刻 $Tspk$ に達した場合、点火駆動手段43を介して点火コイル28へ点火信号 $spk$ を出力する。

上記点火時刻 $Tspk$ は、上記実吸入空気量算出手段36で算出した実吸入空気量 $Q(tn)$ に基づいて設定された基本燃料噴射量 $Tp$ を負荷パラメータとして取り入れているので、過渡時に対する追従性がよく、定常運転はもちろん過渡時においても最適点火時期を設定することができる。

(動作)

次に、実施例の動作について第3図、第5図のフローチャートに従って説明する。

(燃料噴射量制御)

第3図に示すように、まず、ステップS101、S102、S103において現時刻のエンジン回転数 $N(tn)$ 、スロットル通過空気量 $Qs(tn)$ 、スロットル開度

$\theta_{TH}$ をクランク角センサ15の出力信号、吸入空気量センサ10、および、スロットルポジションセンサ11の出力信号から算出する。

次いで、ステップS104では、上記ステップS101で算出したエンジン回転数 $N(tn)$ と、上記ステップS103で算出したスロットル開度 $\theta_{TH}(tn)$ をパラメータとして加重係数マップ $MP\alpha$ から加重係数 $\alpha(tn)$ を検索する。

その後、ステップS105で実吸入空気量 $Q(tn)$ を前記(16)式から求める。なお、ここにおいて前述の(16')式から実吸入空気量 $Q(tn)$ を求めるようにしてもよい。

なお、プログラムが初回のときには、前回の加重係数 $\alpha(tn-1)$ と、前回の実吸入空気量 $Q(tn-1)$ のデータがないので、上記ステップS104からステップS106へジャンプし、上記ステップS102、S104で算出したスロットル通過空気量 $Q_s(tn)$ 、加重係数 $\alpha(tn)$ を前回の吸入空気量 $Q(tn-1)$ 、前回の加重係数 $\alpha(tn-1)$ として記憶手段(RAM)22に格納してルーチンから外れる。

( $tn$ )を用いて基本燃料噴射量 $Tp$ を算出する。

エンジン始動後、上記ステップS105で求めた実吸入空気量 $Q(tn)$ を用いて基本燃料噴射量 $Tp$ を求めるようになるまでの間は微小時間であり、エンジン始動後直ちに車を発進することは一般的ではないので、その間、スロットル通過空気量 $Q_s$ の単純平均を代用しても問題ない。

その後、ステップS108では、スロットルポジションセンサ11、冷却水温センサ13の出力信号から算出した空燃比補正係数 $COEF$ と、 $O_2$ センサ17の出力信号から算出した空燃比フィードバック補正係数 $KFB$ にて、上記ステップS107で算出した基本燃料噴射量 $Tp$ を補正して実際の燃料噴射量 $Ti$ を算出し( $Ti = Tp \times COEF \times KFB$ )、この燃料噴射量 $Ti$ に基づいてインジェクタ12を駆動する。

(点火時期制御)

第5図に示すように、まず、ステップS111、S112で現時刻の角速度 $\omega$ 、および、この角速度 $\omega$ に基づくエンジン回転数 $N(tn)$ をクランク角センサ

一方、プログラムが2回目以降の場合、上記ステップS105からステップS106へ進み上述同様、今回のデータ $Q(tn)$ 、 $\alpha(tn)$ を前回のデータ $Q(tn-1)$ 、 $\alpha(tn-1)$ として上記記憶手段(RAM)22に格納する。

そして、ステップS107で、上記ステップS101で求めたエンジン回転数 $N(tn)$ と上記ステップS105で求めた実吸入空気量 $Q(tn)$ から基本燃料噴射量 $Tp$ を求める( $Tp = K \times Q(tn) / N(tn)$ )。

ところで、エンジン始動後、上記ステップS105で求めた、実吸入空気量 $Q(tn)$ が真の実吸入空気量として収束するためには、所定回数、上記(16)式の演算を繰り返す必要がある(時間にすれば微小時間)、この間は、平行して上述のスロットル通過空気量 $Q_s$ の単純平均値を求め、この単純平均値を $Q(tn)$ に代用して上記基本燃料噴射量 $Tp$ を求める。

また、エンジン始動後、上記ステップS105における上記(16)式の演算が所定回数繰り返された後は、上記ステップS105で求めた、実吸入空気量 $Q$

15の出力信号( $G$ 信号、 $Ne$ 信号)から算出する。

次いで、ステップS113で基本燃料噴射量 $Tp$ を減込み、ステップS114で、上記ステップS112、S113で設定したエンジン回転数 $N(tn)$ 、基本燃料噴射量 $Tp$ をパラメータとして特定した点火時期マップ $MP\theta$ の領域に記憶されている点火時期 $\theta_{spk}$ を検索する。

その後、ステップS115で、上記ステップS111で算出した角速度 $\omega$ と、上記ステップS114で検索した点火時期 $\theta_{spk}$ に基づき、上記クランク角センサ15の基準クランク角を検出する $G$ 信号が出力されたときを基準とする点火時刻 $T_{spk}$ を算出する( $T_{spk} = \theta_{spk} / \omega$ )。

そして、ステップS116で、上記点火時刻 $T_{spk}$ がタイマ手段42にセットされ、上記 $G$ 信号をトリガ信号として計時が開始され、セットされた点火時刻 $T_{spk}$ に達すると点火駆動手段43を介して点火コイル28へ点火信号 $spk$ を出力し、点火コイル28の一次巻線が遮断され、ディストリビ

ュータ27により所定の気筒の点火プラグ5を点火する。

この場合においても、上記実吸入空気量 $Q(tn)$ から求めた基本燃料噴射量 $TP$ を負荷パラメータとして取り入れて、点火時期 $\theta_{spk}$ を求めているので、最適な点火時期を設定することができる。

なお、この実施例では、時間制御式の点火時期制御について説明したが、角度制御式の点火時期制御にも本発明を採用できることはいうまでもない。

さらに、本発明はMPIに限らずSPI(シングルポイントインジェクタ)に採用することもできる。

#### [発明の効果]

以上説明したように本発明によれば、エンジン回転数とスロットル開度とをパラメータとして加重係数マップに記憶されている加重係数を検索し、その後前回算出した上記加重係数と今回算出した上記加重係数との比に前回算出した実吸入空気量を乗算し、その値に、今回算出した上記スロット

ル通過空気量に今回検索した上記加重係数を除算した値を加算して今回の実吸入空気量を算出するようにしたので、容通の大きなマイクロコンピュータなどを用いることなく低コストで、定常回転域はもちろん低回転域、高回転域など全ての運転領域でのスロットル開度変化、エンジン回転数変化に伴う真の吸入空気量に対応した実吸入空気量を短時間で且つ正確に算出することができ、しかも、過渡時における空燃比のリッチ化、リーン化が抑制できるばかりでなく、最適点火時期を設定することができて、運転性能、および、出力性能の向上、排気エミッションの改善が図れるなど優れた効果が奏される。

#### 4. 図面の簡単な説明

図面は本発明の一実施例を示し、第1図はエンジン制御系の概略図、第2図は制御装置の機能ブロック図、第3図は燃料噴射量の算出手順を示すフローチャート、第4図はクランクプレートの正面図、第5図は点火時刻の算出手順を示すフローチャート、第6図は吸気状態を示す概念図、第7

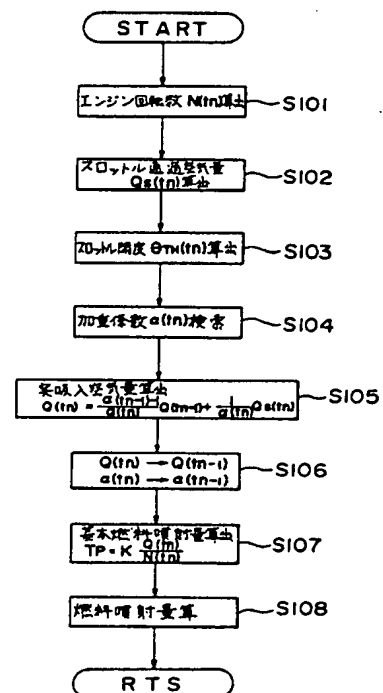
図は吸入空気量を示す特性図、第8図はスロットル開度変化に伴うエンジン回転数および吸入空気量の変化特性図である。

10…吸入空気量センサ、15…クランク角センサ、31…エンジン回転数算出手段、32…加重係数検索手段、33…スロットル通過空気量算出手段、36…実吸入空気量算出手段、 $N$ …エンジン回転数、 $Q(tn)$ …今回算出の実吸入空気量、 $Q(tn-1)$ …前回算出の実吸入空気量、 $Qs$ …スロットル通過空気量、 $Qs(tn)$ …今回算出のスロットル通過空気量、 $\alpha$ …加重係数、 $\alpha(tn)$ …今回算出の加重係数、 $\alpha(tn-1)$ …前回算出の加重係数。

代理人 弁理士 伊藤 進

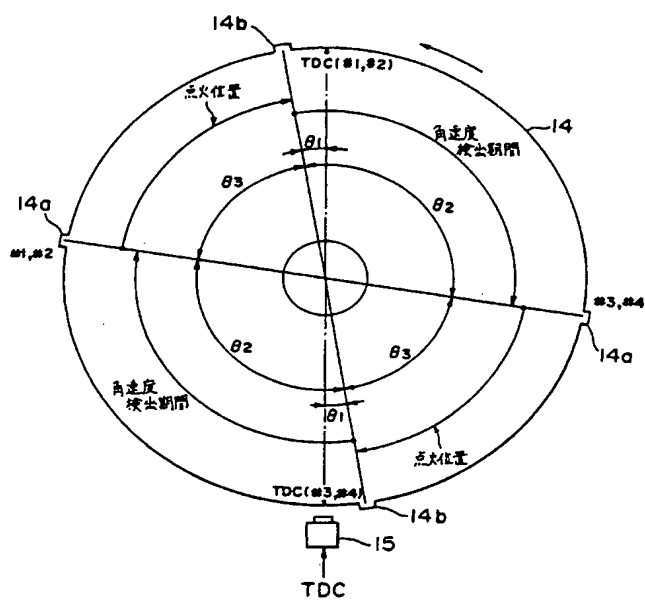


第3図

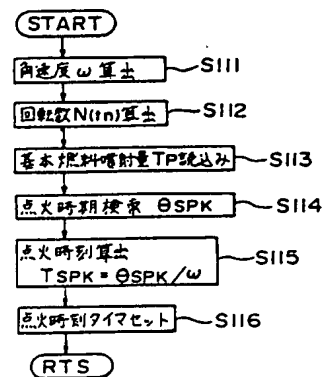




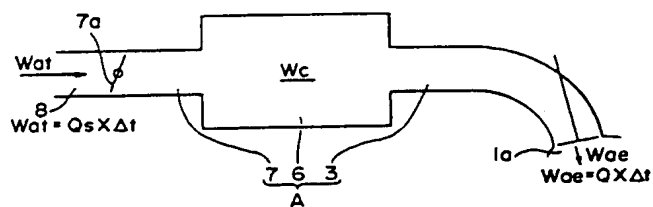
第4図



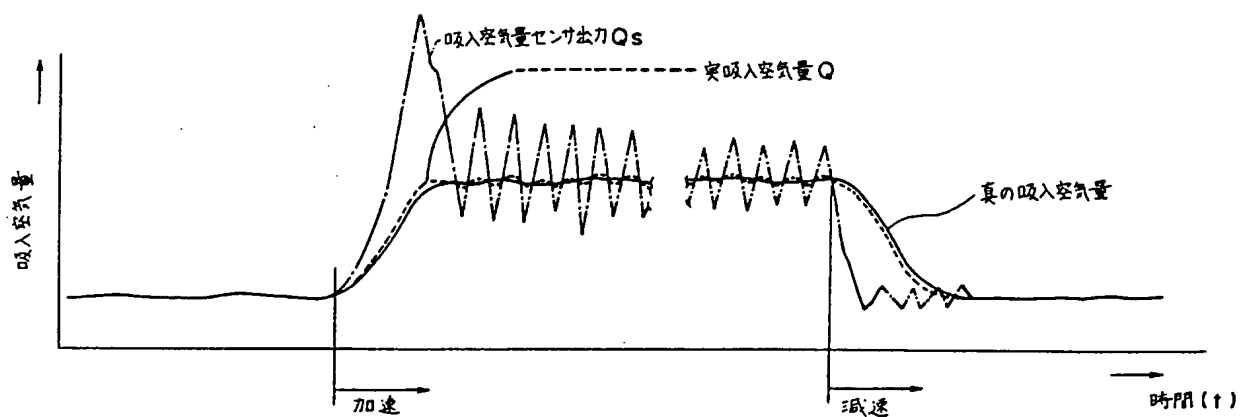
第5図



第6図



第7図



第 8 図

